

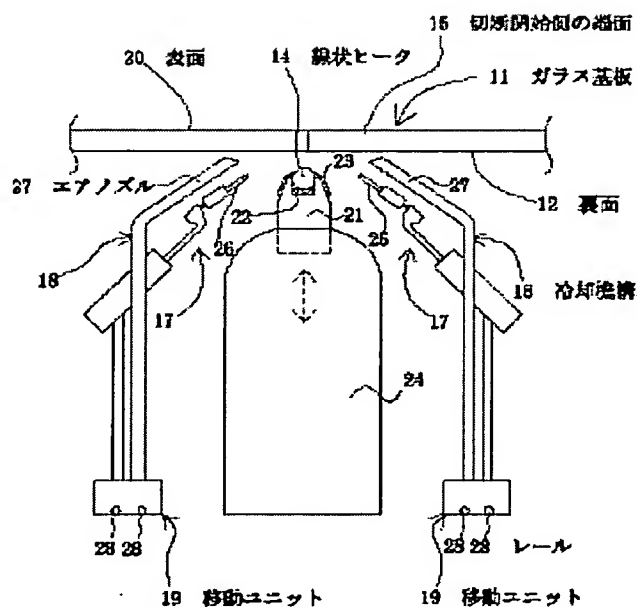
METHOD FOR CRACKING GLASS SUBSTRATE MD CRACKING DEVICE THEREFOR

Patent number: JP2000281375
Publication date: 2000-10-10
Inventor: FUKUSHIMA MIKI
Applicant: NIPPON ELECTRIC CO
Classification:
 - international: C03B33/09; C03B33/02
 - european: C03B33/09
Application number: JP19990094230 19990331
Priority number(s): JP19990094230 19990331

Report a data error here

Abstract of JP2000281375

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a cracking method for a glass substrate which is capable of exactly cracking even a thick glass substrate without the generation of chips which are the cause for a circuit defect, and a cracking device therefor. **SOLUTION:** This cracking device has a heater 14 which heats a desired line to be cut, a sensor mechanism 17 which detects the front end of a progressing crack, a cooling mechanism 18 which partially cools the glass substrate 11 around the front end of the crack progressed by heating and a moving unit 18 which moves integrally with the sensor mechanism 17 and the cooling mechanism 18 on the line designed to be cut. The line designed to be cut of the glass substrate 11 is previously heated before the progression of the crack by the cracking device of the glass substrate 11 and the glass substrate 11 near the front end of the progressing crack is partially cooled.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(43)公開日 平成12年10月10日(2000.10.10)

テーマコート* (参考)
4 G 0 1. 5

審査請求 有 請求項の数15 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平11-94230

(22)出願日 平成11年3月31日(1999.3.31)

(71)出願人 000004237
日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 福島 幹
東京都港区芝5丁目7番1号 日本電気株
式会社内

(74)代理人 100095740
弁理士 關口 宗昭

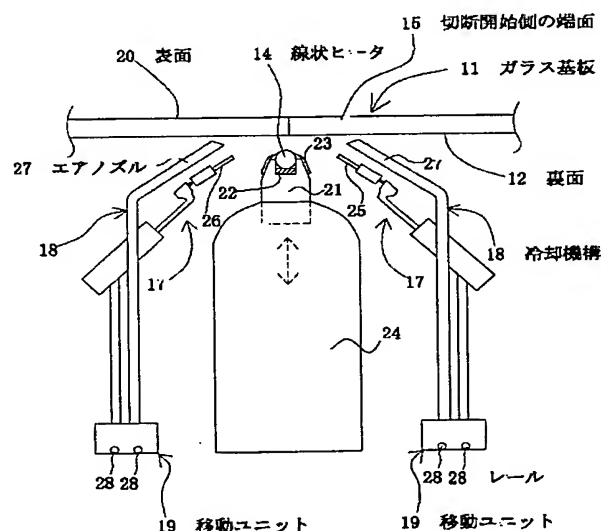
Fターム(参考) 4G015 FA06 FB02 FC07 FC11 FC14

(54) 【発明の名称】 ガラス基板の切断方法及び切断装置

(57) 【要約】

【課題】 肉厚のガラス基板であっても正確に、かつ回路不良の原因になる切り屑を発生させずに切断することができるガラス基板の切断方法及び切断装置を提供する。

【解決手段】 切断予定線 13 を加熱するヒータ 14 と、進展する亀裂の先端を検出するセンサ機構 17 と、加熱により進展する亀裂の先端周辺のガラス基板 11 を部分的に冷却する冷却機構 18 と、切断予定線 13 上をセンサ機構 17 及び冷却機構 18 と一体となって移動する移動ユニット 19 とを有することを特徴とするガラス基板の割断装置により、亀裂が進展する前にガラス基板 11 の切断予定線 13 を予め加熱し、進展する亀裂の先端周辺のガラス基板 11 を部分的に冷却する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ガラス基板を加熱又は冷却することにより発生する熱応力によってガラス基板の亀裂を進展させるガラス基板の切断方法において、亀裂が進展する前にガラス基板の切断予定線を予め加熱し、進展する亀裂の先端周辺のガラス基板を部分的に冷却することを特徴とするガラス基板の切断方法。

【請求項2】 ガラス基板を加熱又は冷却することにより発生する熱応力によってガラス基板の亀裂を進展させるガラス基板の切断方法において、切断予定線を、切断予定線に接触してガラス基板を加熱する線状ヒータにより予め加熱した後、進展する亀裂の先端周辺のガラス基板を、切断予定線に沿って移動可能な冷却機構により部分的に冷却することを特徴とするガラス基板の切断方法。

【請求項3】 局所加熱手段又は局所冷却手段を用いてガラス基板を加熱又は冷却することにより発生する熱応力によってガラス基板の亀裂を進展させるガラス基板の切断方法において、亀裂の先端位置をセンサ機構により検出し、この検出情報に基づいて前記冷却手段の移動速度を制御することを特徴とするガラス基板の切断方法。

【請求項4】 局所加熱手段又は局所冷却手段を用いてガラス基板を加熱又は冷却することにより発生する熱応力によってガラス基板の亀裂を進展させるガラス基板の切断方法において、ガラス基板の切断予定線の終端部に切断面を開く方向に外力を加えることを特徴とするガラス基板の切断方法。

【請求項5】 ガラス基板の切断予定線の終端部の温度上昇を、切断予定線の他の部分と比較して小さくさせることを特徴とする請求項1乃至請求項4に記載のガラス基板の切断方法。

【請求項6】 ガラス基板を加熱又は冷却することにより発生する熱応力によってガラス基板に設けられた亀裂を進展させるガラス基板の切断装置において、切断予定線を加熱するヒータと、進展する亀裂の先端を検出するセンサ機構と、加熱により進展する亀裂の先端周辺のガラス基板を部分的に冷却する冷却機構と、切断予定線上をセンサ機構及び冷却機構と一体となって移動する移動ユニットとを有することを特徴とするガラス基板の切断装置。

【請求項7】 ヒータが切断予定線に接触してガラス基板を加熱する線状ヒータであることを特徴とする請求項6に記載のガラス基板の切断装置。

【請求項8】 ヒータをガラス基板に下方から接触させるヒータ上下動機構を有することを特徴とする請求項6又は請求項7に記載のガラス基板の切断装置。

【請求項9】 ヒータがヒータ上下動機構に弾性体を介して取り付けられていることを特徴とする請求項6乃至請求項8に記載のガラス基板の切断装置。

【請求項10】 センサ機構がガラス基板の所望検出位

置にビームを射出する光源と、前記ビームを受光する光検出器とを有し、前記光検出器を、ガラス基板の内部を通過しガラス基板の表面で反射した反射光を検出する位置に配置したことを特徴とする請求項6乃至請求項9に記載のガラス基板の切断装置。

【請求項11】 センサ機構がガラス基板の所望検出位置にビームを射出する光源と、前記ビームの反射光を受光する2個の光検出器とを有し、前記2個の光検出器の一方を、ガラス基板の内部を通過しガラス基板の表面で反射した反射光の強度を検出する位置に配置し、他方の光検出器をガラス基板の裏面での反射光の強度を検出する位置に配置し、前記2個の光検出器の出力の比に基づき亀裂の先端を検出することを特徴とする請求項6乃至請求項9に記載のガラス基板の切断装置。

【請求項12】 冷却機構が、ガラス基板上の切断予定線を挟んで2方向から圧縮空気を吹き付ける2個のエアノズルを有することを特徴とする請求項6乃至請求項11に記載のガラス基板の切断装置。

【請求項13】 ガラス基板を保持する吸着パッドと、ガラス基板の切断予定線の終端部を切断予定線方向と反対の方向に付勢する押しつけローラとを備えた外力付加機構を有することを特徴とする請求項6乃至請求項12に記載のガラス基板の切断装置。

【請求項14】 ガラス基板の切断開始側の端面に初期亀裂を生じさせるカッターを備えた初期亀裂導入機構を有することを特徴とする請求項6乃至請求項13に記載のガラス基板の切断装置。

【請求項15】 ガラス基板の切断予定線の終端部を冷却する終端部冷却機構を有することを特徴とする請求項6乃至請求項14に記載のガラス基板の切断装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイ等の表示画面の材料として用いられるガラス基板の切断方法及び切断装置に関するものである。詳しくは、特にガラス基板を加熱又は冷却することにより発生する熱応力によってガラス基板の亀裂を進展させるガラス基板の切断方法及び切断装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般にガラス等の脆性材料を切断する方法としては、ダイヤモンド等の硬質材料を用いて脆性材料の表面に連続的に亀裂又は溝を設け、その亀裂又は溝に沿って衝撃又は荷重を加えて切断する方法が行われている。特に、液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイ等を製造する製造工程においても、ガラス基板の表面にダイヤモンド等の硬質材料を用いて亀裂又は溝を設け、その亀裂又は溝に沿って衝撃又は荷重を加えて切断する方法が行われている。しかしながら、以上の切断方法では切断の際に切り屑が発生するという問題点を有してい

る。特に、液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイ等の製造工程においては、ガラス基板上に高密度の回路パターンが設けられるため、上述した衝撃又は荷重を加えて切断する方法によってガラス基板を切断した場合には、切断の際に発生する切り屑が回路パターン上に付着し、回路不良が発生するおそれがあった。そのため、ガラス基板の切断後に切り屑を除去する洗浄工程という煩雑な工程が必要とされていた。

【0003】従って、特に液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイ等の製造工程においては上述のように切り屑が発生しない、熱切断による切断方法の実用化が期待されている。この熱切断による切断方法は、ガラス基板を加熱又は冷却することにより発生する熱応力を利用して切断する方法である。

【0004】以上のような切断方法としては例えば特開平5-221673に開示されている切断方法がある。以下、従来の脆性材料の切断方法の一例として特開平5-221673に開示されている切断方法を、図6及び図7を参照して説明する。図6及び図7はそれぞれ、特開平5-221673に開示された切断方法にて切断される脆性材料の板体を示す斜視図及び平面図である。図6において、板体1は切断目標ライン2に沿って切断される。板体1の切断目標ライン2の下には予加熱体3が設置されている。この予加熱体3は電熱線によって構成されており、図示しない給電ラインにより電力が供給されると発熱し、温度が上昇する。また、板体1の端面4には予め部分的切断溝5が設けられている。この部分的切断溝5は板体1の切断をスムーズに開始させるためのもので、ダイヤモンドガラス切り等により形成される。さらに、板体1の上面6には予め切断目標ライン2に沿って微細な加工溝7が形成されている。この加工溝7を設けることで板体1は正確に切断される。また、切断用加熱ユニット8は作業者の手で取り扱われる加熱体であり、部分的切断溝5を始点とする切断目標ライン2に沿って板体1の上面6を移動させることができる。切断用加熱ユニット8は図示しないが内部に切断用加熱体を持ち、この切断用加熱体が板体1を局部的に加熱する。

【0005】板体1を切断する際には、まず、板体1の切断目標ライン2の下を予加熱体3により加熱する。この予加熱体3の加熱により、板体1の切断目標ライン2には熱応力が発生し、図7に示すように切断目標ライン2を挟んで外側方向に引張力Aが生じる。また、板体1の端面にも引張力Aが生じる。次に、切断用加熱ユニット8を部分的切断溝5を始点とする切断目標ライン2に沿って移動させる。この際、切断用加熱ユニット8による熱応力場は図7に示すように局所的なものであり、切断用加熱ユニット8により加熱された部分は破線で示したように放射状に熱膨張力が生じる。従って、切断用加熱ユニット8により加熱された部分は板体1の引張強度に達し、割れの進展が始まる。このように切断用加熱ユ

ニット8を板体1の端面4から順次切断目標ライン2に沿って移動させることにより、切断用加熱ユニット8の移動に伴って割れが進展し、板体1が切断される。なお、切断のスピードは予加熱体3の加熱温度及び加熱面積と、切断用加熱ユニット8の加熱温度及び加熱面積を適度に組み合わせることによってコントロールされている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上述した従来の切断方法は以下の問題点を有していた。従来の切断方法においては板体1を正確に切断するためには、切断目標ライン2に沿って微細な加工溝7を設ける必要があった。特に板体1が肉厚の場合には切断後の切断面がきれいになるように板体1を切断するためには、加工溝7を深い溝にする必要があった。そのため、従来の切断方法では脆性材料を正確に、かつ高精度の切断面を得るように切断するには、切断の際に不可避免的に一定量以上の切り屑が発生し、この切り屑が回路不良発生の潜在的な原因になるという問題があった。また、従来の切断方法においては切断のスピードを加熱条件のみによってコントロールするようにしていたため、現実には切断のスピードをコントロールすることは困難であり、特に、切断のスピードを向上させることは困難であった。すなわち、従来の切断方法においては、一旦板体1の割れの進展が始まってしまうと割れのスピードを積極的に向上させる手段はなく、そのため切断のスピードを精度良くコントロールしながら向上させることは困難であった。さらに、従来の切断方法においては、割れの進展を目視しながら切断用加熱ユニット8を移動させることにより切断を行っていたので、例えば予め決定した加熱条件により予測される切断のスピードと異なるスピードで切断が進展した場合には、目視により切断の進展状況を追跡確認する必要が生じ、作業者にとって切断作業が煩雑となる場合があった。

【0007】本発明は以上の従来技術における問題に鑑みてなされたものであって、肉厚のガラス基板であっても正確に、かつ回路不良の原因になる切り屑を発生させずに切断することができるガラス基板の切断方法及び切断装置を提供することを目的とする。また、切断のスピードを容易に向上し、精度良くコントロールすることができるガラス基板の切断方法及び切断装置を提供することを目的とする。また、作業者による切断作業の監視が特に不要で、結果として作業性及び製品歩留まりを向上することができるガラス基板の切断方法及び切断装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するために提供する本願第1の発明にかかるガラス基板の切断方法は、ガラス基板を加熱又は冷却することにより発生する熱応力によってガラス基板の亀裂を進展させるガラス

基板の割断方法において、亀裂が進展する前にガラス基板の切断予定線を予め加熱し、進展する亀裂の先端周辺のガラス基板を部分的に冷却することを特徴とするガラス基板の割断方法である。

【0009】かかる割断方法とすることにより、亀裂が進展する前にガラス基板の切断予定線を予め加熱するため割断精度の向上を図ることができる。特に切断予定線が直線の場合には割断面の直線性が良好となる。かつ、進展する亀裂の先端周辺のガラス基板を部分的に冷却するため、亀裂の先端周辺のガラス基板の温度勾配を容易にコントロールすることができる。従って、肉厚のガラス基板であっても正確に、かつ回路不良の原因になる切り屑を発生させずに割断することができる。また、割断のスピードを容易に向上することができる。

【0010】また、前記課題を解決するために提供する本願第2の発明にかかるガラス基板の割断方法は、ガラス基板を加熱又は冷却することにより発生する熱応力によってガラス基板の亀裂を進展させるガラス基板の割断方法において、切断予定線を、切断予定線に接触してガラス基板を加熱する線状ヒータにより予め加熱した後、進展する亀裂の先端周辺のガラス基板を、切断予定線に沿って移動可能な冷却機構により部分的に冷却することを特徴とするガラス基板の割断方法である。

【0011】かかる割断方法とすることにより、切断予定線を、切断予定線に接触してガラス基板を加熱する線状ヒータにより予め加熱するため、割断面の直線性が良好となるばかりでなく、ガラス基板に対する線状ヒータの熱伝導性が良好となり、効率的に割断を行うことができる。かつ、進展する亀裂の先端周辺のガラス基板を、切断予定線に沿って移動可能な冷却機構により部分的に冷却するため、効率的に切断予定線に沿った部分を冷却することができる。亀裂の先端周辺のガラス基板の温度勾配を容易にコントロールすることができる。従って、肉厚のガラス基板であっても正確に、かつ回路不良の原因になる切り屑を発生させずに割断することができる。また、割断のスピードを容易に向上することができる。

【0012】また、前記課題を解決するために提供する本願第3の発明にかかるガラス基板の割断方法は、局所加熱手段又は局所冷却手段を用いてガラス基板を加熱又は冷却することにより発生する熱応力によってガラス基板の亀裂を進展させるガラス基板の割断方法において、亀裂の先端位置をセンサ機構により検出し、この検出情報に基づいて前記冷却手段の移動速度を制御することを特徴とするガラス基板の割断方法である。

【0013】かかる割断方法とすることにより、亀裂の先端位置をセンサ機構により検出し、この検出情報に基づいて前記冷却手段の移動速度を制御するため、亀裂の先端周辺のガラス基板の温度勾配を容易にコントロールすることができる。従って、肉厚のガラス基板であっても正確に、かつ回路不良の原因になる切り屑を発生させ

ずに割断することができる。また、作業による監視を必要とすることなく割断のスピードを容易に向上することができる。

【0014】また、前記課題を解決するために提供する本願第4の発明にかかるガラス基板の割断方法は、局所加熱手段又は局所冷却手段を用いてガラス基板を加熱又は冷却することにより発生する熱応力によってガラス基板の亀裂を進展させるガラス基板の割断方法において、ガラス基板の切断予定線の終端部に割断面を開く方向に外力を加えることを特徴とするガラス基板の割断方法である。

【0015】かかる割断方法とすることにより、ガラス基板の切断予定線の終端部に割断面を開く方向に外力を加えるため、割断面を開く方向の熱応力が減少するガラス基板の切断予定線の終端部に応力を加えることができ、割断割断のスピードを容易に向上することができる。

【0016】また、前記課題を解決するために提供する本願第5の発明にかかるガラス基板の割断方法は、本願第1乃至本願第4の発明にかかるガラス基板の割断方法において、ガラス基板の切断予定線の終端部の温度上昇を、切断予定線の他の部分と比較して小さくさせることを特徴とするガラス基板の割断方法である。

【0017】かかる割断方法とすることにより、ガラス基板の切断予定線の終端部の温度上昇を、切断予定線の他の部分と比較して小さくさせるため、ガラス基板の切断終了側の端面の温度勾配を減少させることができる。従って、ガラス基板の切断終了側の端面に微細な亀裂が生じている場合であっても、誤ってガラス基板の切断終了側から亀裂が進展することを防止することができる。

【0018】また、前記課題を解決するために提供する本願第6の発明にかかるガラス基板の割断装置は、ガラス基板を加熱又は冷却することにより発生する熱応力によってガラス基板に設けられた亀裂を進展させるガラス基板の割断装置において、切断予定線を加熱するヒータと、進展する亀裂の先端を検出するセンサ機構と、加熱により進展する亀裂の先端周辺のガラス基板を部分的に冷却する冷却機構と、切断予定線上をセンサ機構及び冷却機構と一体となって移動する移動ユニットとを有することを特徴とするガラス基板の割断装置である。

【0019】かかる構成とすることにより、割断精度の向上を図ることができ、かつ効率的に切断予定線に沿った部分を冷却することができ、亀裂の先端周辺のガラス基板の温度勾配を容易にコントロールすることができる。従って、肉厚のガラス基板であっても正確に、かつ回路不良の原因になる切り屑を発生させずに割断することができる。割断のスピードを容易に向上することができる。また、作業による監視を必要とすることなく割断のスピードを容易に向上することができる。

【0020】また、前記課題を解決するために提供する

本願第7の発明にかかるガラス基板の割断装置は、本願第6の発明にかかるガラス基板の割断装置において、ヒータが切断予定線に接触してガラス基板を加熱する線状ヒータであることを特徴とするガラス基板の割断装置である。

【0021】かかる構成とすることにより、割断面の直線性が良好となるばかりでなく、ガラス基板に対するヒータの熱伝導性が良好となり、効率的に割断を行うことができる。

【0022】また、前記課題を解決するために提供する本願第8の発明にかかるガラス基板の割断装置は、本願第6又は本願第7の発明にかかるガラス基板の割断装置において、ヒータをガラス基板に下方から接触させるヒータ上下動機構を有することを特徴とするガラス基板の割断装置である。

【0023】かかる構成とすることにより、ガラス基板にヒータを確実に接触させることができるため、ガラス基板に対するヒータの熱伝導性がさらに良好となり、さらに効率的に割断を行うことができる。

【0024】また、前記課題を解決するために提供する本願第9の発明にかかるガラス基板の割断装置は、本願第6乃至本願第8の発明にかかるガラス基板の割断装置において、ヒータがヒータ上下動機構に弾性体を介して取り付けられていることを特徴とするガラス基板の割断装置である。

【0025】かかる構成とすることにより、ヒータが加熱するガラス基板の面に起伏がある場合であっても、ヒータをガラス基板に密着させることができるため、ガラス基板に対するヒータの熱伝導性がさらに良好となり、さらに効率的に割断を行うことができる。

【0026】また、前記課題を解決するために提供する本願第10の発明にかかるガラス基板の割断装置は、本願第6乃至本願第9の発明にかかるガラス基板の割断装置において、センサ機構がガラス基板の所望検出位置にビームを射出する光源と、前記ビームを受光する光検出器とを有し、前記光検出器を、ガラス基板の内部を通過しガラス基板の表面で反射した反射光を検出する位置に配置したことを特徴とするガラス基板の割断装置である。

【0027】かかる構成とすることにより、ガラス基板の亀裂の進展状況を的確に検知することができる。また、ガラス基板の表面での反射光を検出する構成としたため、光源及び光検出器をガラス基板に対し、同一側に配置することができる。従って、移動ユニットを移動させることが容易となる。

【0028】また、前記課題を解決するために提供する本願第11の発明にかかるガラス基板の割断装置は、本願第6乃至本願第9の発明にかかるガラス基板の割断装置において、センサ機構がガラス基板の所望検出位置にビームを射出する光源と、前記ビームの反射光を受光す

る2個の光検出器とを有し、前記2個の光検出器の一方をガラス基板の表面での反射光の強度を検出する位置に配置し、他方の光検出器を、ガラス基板の内部を通過しガラス基板の表面で反射した反射光の強度を検出する位置に配置し、前記2個の光検出器の出力の比に基づき亀裂の先端を検出することを特徴とするガラス基板の割断装置である。

【0029】かかる構成とすることにより、ガラス基板の亀裂の進展状況をさらに的確に検知することができる。

【0030】また、前記課題を解決するために提供する本願第12の発明にかかるガラス基板の割断装置は、本願第6乃至本願第11の発明にかかるガラス基板の割断装置において、冷却機構が、ガラス基板上の切断予定線を挟んで2方向から圧縮空気を吹き付ける2個のエアノズルを有することを特徴とするガラス基板の割断装置である。

【0031】かかる構成とすることにより、切断予定線を挟んでガラス基板の温度分布をほぼ対称にして冷却することができる。従って、割断精度の向上をさらに図ることができる。

【0032】また、前記課題を解決するために提供する本願第13の発明にかかるガラス基板の割断装置は、本願第6乃至本願第12の発明にかかるガラス基板の割断装置において、ガラス基板を保持する吸着パッドと、ガラス基板の切断予定線の終端部を切断予定線方向と反対の方向に付勢する押しつけローラとを備えた外力付加機構を有することを特徴とするガラス基板の割断装置である。

【0033】かかる構成とすることにより、簡易な構造でガラス基板の切断予定線の終端部に割断面を開く方向に外力を加えることができるため、割断面を開く方向の熱応力が減少するガラス基板の切断予定線の終端部に応力を加えることができ、割断割断のスピードを容易に向上することができる。

【0034】また、前記課題を解決するために提供する本願第14の発明にかかるガラス基板の割断装置は、本願第6乃至本願第13の発明にかかるガラス基板の割断装置において、ガラス基板の切断開始側の端面に初期亀裂を生じさせるカッターを備えた初期亀裂導入機構を有することを特徴とするガラス基板の割断装置である。

【0035】かかる構成とすることにより、確実にガラス基板の切断開始側の端面の所望の位置から割断を開始することができる。

【0036】また、前記課題を解決するために提供する本願第15の発明にかかるガラス基板の割断装置は、本願第6乃至本願第14の発明にかかるガラス基板の割断装置において、ガラス基板の切断予定線の終端部を冷却する終端部冷却機構を有することを特徴とするガラス基板の割断装置である。

【0037】かかる構成とすることにより、ガラス基板の切断終了側の端面の温度勾配を減少させることができる。従って、ガラス基板の切断終了側の端面に微細な亀裂が生じている場合であっても、誤ってガラス基板の切断終了側から亀裂が進展することを防止することができる。

【0038】

【発明の実施の形態】以下、本発明にかかるガラス基板の切断方法及び切断装置の一実施の形態につき図1乃至図5を参照して説明する。図1は本実施の形態にかかるガラス基板の切断装置の要部を示す概略正面図である。また、図2は本実施の形態にかかるガラス基板の切断装置の要部を示す概略平面図である。なお、図2では説明の便宜上、ガラス基板11を破線で記載しているが、これはガラス基板11と切断装置との位置関係を示すものではない。本実施の形態にかかるガラス基板の切断装置は図1及び図2に示すように、ガラス基板11の裏面12を切断予定線13に沿って一様に加熱する線状ヒータ14と、ガラス基板11の切断開始側の端面15から切断終了側の端面16へ切断予定線13に沿って進展する亀裂の先端を検出するセンサ機構17と、ガラス基板11を局部的に冷却する冷却機構18と、このセンサ機構17及び冷却機構18と一体となってガラス基板11の切断予定線13に平行に移動する移動ユニット19とを有する。

【0039】本実施の形態においては、切断されるガラス基板11は表面20に回路パターンが設けられており、切断の際には図1に示すように、回路パターンが設けられている表面20が上面となるように配置される。線状ヒータ14はニクロム線などの発熱線を耐熱性のパイプ内に収納した棒状のシーズヒータであり、ガラス基板11の切断予定線13の直下に位置し、かつ切断予定線13と平行になるように配置される。この線状ヒータ14は図1に示すように、線状ヒータ14の下側に位置するヒータ上下動機構21に、弾性体である板バネ材22を介して揺動自在に保持されている。なお、本実施の形態にかかるガラス基板の切断装置においては、この弾性体として板バネ材22を用いたがこれに限られず、例えばゴム材、スプリング材を用いてもよい。また、ヒータ上下動機構21にはヒータ支持部材23が設けられている。従って、線状ヒータ14は下方から板バネ22に付勢されるが、ヒータ支持部材23に当接するため、常にヒータ上下動機構21内に収まっている。また、ヒータ上下動機構21はベース24に対し、図1の破線矢印に示すように上下方向に移動することができるように保持されている。従って、線状ヒータ14はベース24に対し上下方向に移動することができる。

【0040】センサ機構17はガラス基板11の切断予定線13に斜め下方からビームを射出する光源25と、ガラス基板11の表面20で反射する反射光を受光する

光検出器26とから構成されている。これら光源25と光検出器26は線状ヒータ14を挟んでほぼ対称の位置に配置される。このセンサ機構17は、ガラス基板11の切断予定線13に亀裂が生じていない場合には光検出器26が反射光を受光しているが、ビームの通過経路に断面が生じると、その断面では全反射が起こり、違う方向に射出するため、光検出器26が受光する反射光の強度が減少する。そのため、ガラス基板11の切断予定線13に亀裂が生じているか否かを検知することができる。なお、本実施の形態にかかるガラス基板の切断装置においては、センサ機構17として1個の光源25と1個の光検出器26を用いてガラス基板11の表面20で反射する反射光を受光するようにしたが、センサ機構17の構成はこれに限られない。例えばセンサ機構17として、ガラス基板11の切断予定線13に斜め下方からビームを射出する1個の光源と、この光源の反射光を受光する2個の光検出器とを備えたセンサ機構17としてもよい。この場合、2個の光検出器の一方をガラス基板11の表面20での反射光の強度を検出する位置に配置し、他方をガラス基板11の裏面12での反射光の強度を検出する位置に配置し、これら2個の光検出器の出力を比較してガラス基板11の切断予定線13に亀裂が生じているか否かを検知する。このように2個の光検出器を使用することにより、ガラス基板11の亀裂の進展状況をさらに的確に検知することができる。

【0041】冷却機構18は図1に示すように、ガラス基板11の裏面12の切断予定線13の近傍に斜め下方から圧縮空気を吹き付ける2個のエアノズル27を有している。圧縮空気は図示しないエア供給装置から2個のエアノズル27にそれぞれ送られる。これら2個のエアノズル27はセンサ機構17と同様、線状ヒータ14を挟んでほぼ対称の位置に配置される。この冷却機構18は、線状ヒータ14により加熱されたガラス基板11の切断予定線13に沿った部分を2個のエアノズル27にて圧縮空気を吹き付けることにより、ガラス基板11の温度勾配を大きくすることができるため、切断のスピードを向上させることができる。また、2個のエアノズル27を線状ヒータ14を挟んでほぼ対称の位置に配置したため、切断予定線13を挟んでガラス基板11の温度分布をほぼ対称にして冷却することができる。従って、切断精度の向上をさらに図ることができる。

【0042】上述したセンサ機構17及び冷却機構18は、図1及び図2に示すように移動ユニット19に固定されている。センサ機構17は移動ユニット19の前方部に固定され、冷却機構18は移動ユニット19の後方に固定されている。また、移動ユニット19は図1に示すようにベース24を挟んでほぼ対称の位置に一对となって配置される。この一对の移動ユニット19は図2に示すように、ベース24を挟んでほぼ対称の位置で、かつベース24に平行となるように配置されたレール2

8上を移動することができる。移動ユニット19の動作は図示しない制御システムによって制御される。

【0043】一方、ガラス基板11の切断開始側の端面15近傍には図2に示すように、ガラス基板11の切断開始側の端面15に初期亀裂を生じさせるカッター29を備えた初期亀裂導入機構30が配置されている。この初期亀裂導入機構30を、図3を参照して説明する。図3は本実施の形態にかかるガラス基板の切断装置の初期亀裂導入機構30を示す概略側面図である。この初期亀裂導入機構30は、ガラス基板11の切断開始側の端面15に初期亀裂を生じさせるカッター29と、カッター29の駆動軸31と、シリンダ32と、これらを駆動させる駆動部33とから構成される。カッター29はホイールカッターであり、シリンダ32によりガラス基板11方向に付勢される。また、カッター29、駆動軸31、シリンダ32は一体となり、駆動部33からの駆動力により上下方向に、すなわち、図3に示す矢印方向に移動することができる。後述するように、ガラス基板11を線状ヒータ14で加熱する前に、ガラス基板11の切断開始側の端面15にカッター29にて初期亀裂をである引っ掻きキズを付けることにより、スムーズかつ的確に亀裂を生じさせることができる。

【0044】また、ガラス基板11の切断終了側の端面16近傍には図2に示すように、外力付加機構34が配置されている。この外力付加機構34を、図2及び図4を参照して説明する。図4は本実施の形態にかかるガラス基板の切断装置の外力付加機構34を示す概略側面図である。この外力付加機構34は、図2及び図4に示すようにガラス基板11を保持する吸着パッド35と、ガラス基板11の切断予定線13の終端部を亀裂進展方向と反対の方向に付勢する端面押し付けローラ36と、ガラス基板11の切断予定線13の終端部を上方向から付勢する上面押し付けローラ37とを有する。吸着パッド35及び上面押し付けローラ37は外力付加機構34の内部の駆動部からの駆動力により、図4の矢印に示すようにガラス基板11に対して上下に移動することができる。また、端面押し付けローラ36は外力付加機構34の内部の駆動部からの駆動力により、図4の矢印に示すようにガラス基板11に対して前後に移動することができる。さらに、図2に示すように外力付加機構34にはガラス基板11の切断予定線13の終端部を冷却する終端部冷却機構38が設けられている。この終端部冷却機構38はガラス基板11の上方向から圧縮空気を吹き付けるエアノズル39を有している。圧縮空気は、図示しないエア供給装置からエアノズル39に送られる。

【0045】以下、上述した本実施の形態にかかるガラス基板の切断装置を使用して行うガラス基板の切断方法について説明する。まず、図示しない搬送機構により、ガラス基板11を図1及び図2に示す位置まで搬送する。すなわち、線状ヒータ14の直上にガラス基板11

の切断予定線13が位置し、かつエアノズル27が接触しない位置まで搬送する。次に、図2及び図3に示すように、外力付加機構34の吸着パッド35が下降してガラス基板11を吸着することにより、ガラス基板11を上述した位置に固定する。この際、可能な限りガラス基板11の平面度が確保されるように吸着固定することが望ましい。ガラス基板11の平面度が保たれていないと、上述したセンサ機構17による亀裂先端の検出の精度が不安定となる場合が生じ得るからである。

【0046】次に、図3に示すように、初期亀裂導入機構30によりガラス基板11の切断開始側の端面15に初期亀裂を形成する。すなわち、固定されたガラス基板11の切断開始側の端面15と切断予定線13との交点に回転しているカッター29を押し当て、その後カッター29を下方向に移動させ、直線状の引っ掻きキズをガラス基板11の切断開始側の端面15に形成する。このように予め端面15に初期亀裂を形成することにより、例えば端面15に微細なキズ等がある場合であっても、スムーズかつ的確に亀裂を生じさせることができる。次に、図4に示すように、外力付加機構34によりガラス基板11の切断予定線13の終端部に外力を加える。すなわち、固定されたガラス基板11の切断終了側の端面16に端面押し付けローラ36を押し付け、また、ガラス基板11の上方向からは上面押し付けローラ37を押し付ける。このようにガラス基板11の切断予定線13の終端部に端面押し付けローラ36で外力を加えるのは、亀裂が切断予定線13の終端部にまで進展した場合、切断面を開く方向の熱応力が減少するため、切断面を開く方向に外力を加える必要があるからである。一方、ガラス基板11の上方向から上面押し付けローラ37にて外力を加えるのは、一般に本実施の形態にかかるガラス基板11のようにその上面に回路パターンを形成した場合、ガラス基板11の端部が上方に反り上がってしまい、後述する線状ヒータ14の熱が効率良く伝導されない場合があり、これを防止する必要があるからである。

【0047】次に、線状ヒータ14によりガラス基板11の切断予定線13を加熱する。但し、ガラス基板11の切断予定線13の終端部はその温度が上昇しないように、終端部冷却機構38にて冷却を行う。すなわち、ヒータ上下動機構21を上方向に移動させ、加熱した線状ヒータ14をガラス基板11の切断予定線13に接触させると同時にエアノズル39によりガラス基板11の上方向から圧縮空気を吹き付ける。ここで、線状ヒータ14は板バネ22を介してヒータ上下動機構21に揺動自在に保持されているため、ガラス基板11の裏面12に多少の起伏があったとしても、線状ヒータ14はガラス基板11に密着することができる。従って、線状ヒータ14の熱はガラス基板11に効率良く伝導される。以上のように線状ヒータ14によりガラス基板11の切断予

定線13を加熱すると、図5に示すようにガラス基板11は切断予定線13に発生する熱応力により切断予定線13を挟んで外側方向に引張力Cが生じる。ここで、図5は本実施の形態にかかるガラス基板の切断方法により切断されるガラス基板の亀裂を示す概略平面図である。一方、上述したように予めガラス基板11の端面15には初期亀裂が形成されているため、図5に示すようにこの初期亀裂が切断予定線13に沿って進展する。さらに、ガラス基板11の切断予定線13の終端部を冷却しているため、ガラス基板11の切断終了側の端面16に微細な亀裂が生じている場合であっても、誤ってガラス基板11の切断終了側から亀裂が進展することを防止することができる。

【0048】次に、切断予定線13に沿って進展する亀裂の先端をセンサ機構17により検出して、冷却機構18による局部冷却を行う。すなわち、予め移動ユニット19の位置を制御しておき、センサ機構17の光源25から射出されるビームが反射する反射位置が、ガラス基板11の切断開始側の端面15から離れた位置、例えば10mm程度離れた位置になるようにセンサ機構17を配置しておく。このセンサ機構17の位置を初期位置とする。この際、センサ機構17は、線状ヒータ14がガラス基板11に接触するときに光源25によるビームの射出を開始し、ガラス基板11の切断が終了するまでこの射出を継続する。その後、上述したように亀裂が切断予定線13に沿って進展すると、初期位置にあるセンサ機構17が亀裂の先端を検出する。図5には亀裂の先端を検出した状態が示されている。センサ機構17が亀裂の先端を検出すると、冷却機構18のエアノズル27から圧縮空気が図5に示す冷却部位Dに吹き付けられる。このように冷却機構18による局部冷却を行うことにより、冷却部位D周辺のガラス基板11の温度勾配を大きくすることができるため、亀裂の進展を促進することができる。

【0049】次に、亀裂の進展に合わせて冷却部位Dを移動するべく、移動ユニット19を前進させる。すなわち、センサ機構17が亀裂の先端を検出すると移動ユニット19はセンサ機構17が亀裂の先端を検出しなくなる位置まで前進し、亀裂を検出しなくなった位置で停止する。その後、亀裂が進展し再びセンサ機構17が亀裂の先端を検出すると移動ユニット19は再び前進する。このように移動ユニット19は亀裂の進展に合わせて前進、停止を繰り返す。従って、センサ機構17とともに移動する冷却機構18は常に亀裂の先端の後方を冷却するため、効率良く亀裂の進展を促進することができる。ところで、ガラス基板11の厚さや線状ヒータ14の加熱量などの条件によっては、亀裂の進展が一定時間（例えば10秒程度）停止してしまう等、予測した亀裂進展スピードと相違する場合があるが、その場合には適宜冷却機構18の圧縮空気の吹き付け量などを調節すればよ

い。

【0050】次に、センサ機構17により亀裂が切断予定線13の終端部まで進展したことを検出したら、センサ機構17のセンシング及び冷却機構18の冷却を終了し、移動ユニット19を初期位置に移動させることにより、ガラス基板11の切断が終了する。なお、本実施の形態においては、線状ヒータ14によりガラス基板11の切断予定線13を加熱する際、ガラス基板11の切断予定線13の終端部の温度を上昇させないように終端部冷却機構38で冷却を行うが、例えば、切断予定線13の終端部の温度を上昇させないように、線状ヒータ14の終端部の加熱量を小さくしてもよい。この場合、本実施の形態とは異なり、終端部冷却機構38が不要となる。

【0051】

【発明の効果】以上に示したように、本発明にかかるガラス基板の切断方法は、亀裂が進展する前にガラス基板の切断予定線を予め加熱するため切断精度の向上を図ることができる。特に切断予定線が直線の場合には切断断面の直線性が良好となる。かつ、進展する亀裂の先端周辺のガラス基板を部分的に冷却するため、亀裂の先端周辺のガラス基板の温度勾配を容易にコントロールすることができる。従って、肉厚のガラス基板であっても正確に、かつ回路不良の原因になる切り屑を発生させずに切断することができる。また、切断のスピードを容易に向上することができる。また、本発明にかかるガラス基板の切断装置は、切断予定線を加熱するヒータと、進展する亀裂の先端を検出するセンサ機構と、加熱により進展する亀裂の先端周辺のガラス基板を部分的に冷却する冷却機構と、切断予定線上をセンサ機構及び冷却機構と一体となって移動する移動ユニットとを有することにより、切断精度の向上を図ることができ、かつ効率的に切断予定線に沿った部分を冷却することができ、亀裂の先端周辺のガラス基板の温度勾配を容易にコントロールすることができる。従って、肉厚のガラス基板であっても正確に、かつ回路不良の原因になる切り屑を発生させずに切断することができる。切断のスピードを容易に向上することができる。また、作業者による監視を必要とすることなく切断のスピードを容易に向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態にかかるガラス基板の切断装置を示す概略正面図である。

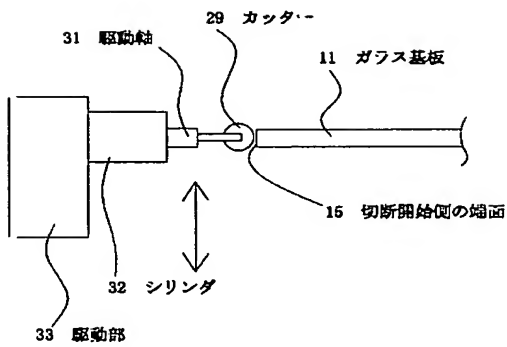
【図2】 本発明の一実施形態にかかるガラス基板の切断装置を示す概略平面図である。

【図3】 本発明の一実施形態にかかるガラス基板の切断装置の初期亀裂導入機構を示す概略側面図である。

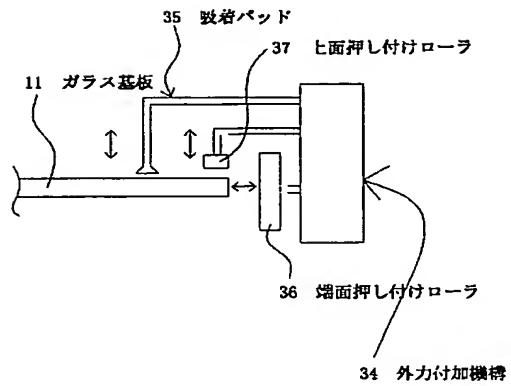
【図4】 本発明の一実施形態にかかるガラス基板の切断装置の外力付加機構を示す概略側面図である。

【図5】 本発明の一実施形態にかかるガラス基板の割

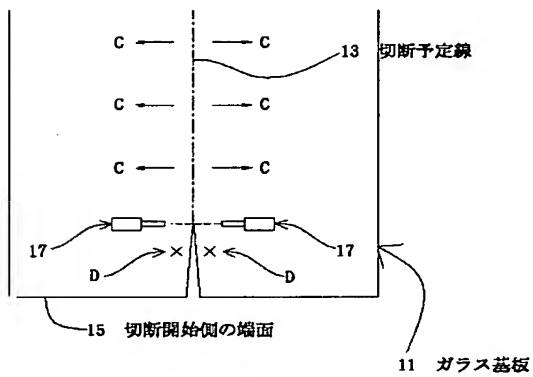
【図3】



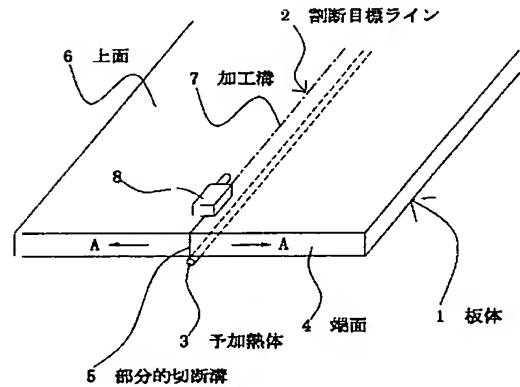
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

